

Kvalitetsutfordringer på stor snurrevadtorsk - årsaker og mulige tiltak

Faglig sluttrapport



Foto: Nofima

Nofima er et ledende matforskningsinstitutt som driver med forskning og utvikling for akvakulturnæringen, fiskerinæringen og matindustrien. Vi leverer internasjonal anerkjent forskning og løsninger som gir næringslivet konkurransefortrinn langs hele verdikjeden.

«Bærekraftig mat til alle» er vår visjon.

Kontaktinformasjon

Telefon: 77 62 90 00

post@nofima.no

www.nofima.no

NO 989 278 835 MVA



Hovedkontor Tromsø

Muninbakken 9–13

Postboks 6122

NO-9291 Tromsø



Stavanger

Måltidets hus

Richard Johnsensgate 4

Postboks 8034

NO-4068 Stavanger



Sunndalsøra

Sjølsengvegen 22

NO-6600 Sunndalsøra



Ås

Osloveien 1

Postboks 210

NO-1433 ÅS



Bergen

Kjerreidviken 16

Postboks 1425 Oasen

NO-5844 Bergen

Rapport

Rapportnummer: 4/2024	ISBN: 978-82-8296-774-7	ISSN: 1890-579X
Dato: 22. januar 2024	Antall sider + sider vedlegg: 21 + 0	Prosjektnummer: 13376

Tittel:

Kvalitetsutfordringer på stor snurrevadtorsk - årsaker og mulige tiltak

Title:

Quality issues on large-size cod caught by demersal seine – causes and possible amendments

Forfatter(e):

Torbjørn Tobiassen, Sjurður Joensen, Silje Kristoffersen, Gustav Martinsen, Kristin Hansen, Stein Harris Olsen og Margrethe Esaiassen

Avdeling:

Sjømatindustri

Oppdragsgiver:

Fiskeri- og havbruksnæringens forskningsfinansiering (FHF)

Eksternt prosjektnummer/Oppdragsgivers ref.:

901659

Stikkord:

Stor torsk, snurrevad, kvalitet

Sammendrag/anbefalinger:

Stor snurrevadfanger fisk har andre typer skader enn fisk som er fanget med andre redskap, eksempelvis garn. Målsettingen med arbeidet som presenteres her var å kartlegge type og omfanget av skader på stor snurrevadfanger torsk, samt finne årsakene til slike skader.

Det synes å bli flere innvendige skader på snurrevadfanger fisk, slik som knekt rygg og bloduttredelser nær svømmeblæra. Disse skadene er oftest ikke synlig utenpå fisken, men vises etter flekking/filetering. Skadefrekvensen er større jo større fisken er, og gjelder spesielt fisk som er over 8 kg.

Skadene oppstår under fangst og håndtering, og det er viktig at fartøyets utrusting tilpasses også stor fisk. I snurrevadfiske er det gjerne større variasjoner i vekt og størrelse på fisk som fanges sammenlignet med andre redskap. Ved prosjektering av nye fartøy er det viktig å ta hensyn til utforming av pumper og rør, og det bør tilstrebes en utforming og konstruksjon av systemet som tar høyde for at stor fisk skal kunne gå uskadet gjennom. Hvis skader observeres på allerede virksomme fartøy, bør rør- og pumpesystem gjennomgå for å kunne kartlegge kritiske punkter og utbedre disse hvis mulig

English summary/recommendation:

Large-size fish caught with demersal seine have different types of damages than fish caught with other gear, for example gillnets. The work presented here aimed to survey the type and extent of damages to large-size cod caught with demersal seine and find the causes of such damage. There seems to be more internal damage to fish caught with demersal seine, such as broken backbone/spine and bleeding near the swim bladder. These damages are usually not visible by external inspection of the fish but appear after splitting/fileting. The damage frequency is greater the larger the fish, and applies particularly to fish over 8 kg.

Damages and bruising occur during catching and handling, and the vessel's equipment should also be adapted to the handling of large fish. In demersal seining, there are often greater variations in the weight and size of fish caught, compared to other gear. When designing new fishing vessels, it is therefore important to consider the flow and bends of pumps and pipes, and efforts should be made to design and construct systems which allow for large-size fish to pass without being damaged. If damage is observed on operating fishing vessels, the pipe and pump system should be reviewed to map critical passages and bends and replace these if possible.

Forord

Vi takker Fiskeri- og havbruksnæringens forskningsfinansiering (FHF) for finansiering av prosjektet. Prosjektet har frembrakt kunnskap som har gitt verdifull informasjon og erfaring til fartøy, mottaksanlegg og forskning.

Vi ønsker å takke Brødrene Karlsen og Nergård Senjahopen for godt samarbeid og at de har bidratt med kunnskap, personell og fasiliteter som har muliggjort gjennomføringen av prosjektet.

Fartøyene som har levert til anleggene har vært sentrale for å kunne gjennomføre prosjektet. En spesielt stor takk til mannskapet om bord på Fortuna, Hallvardson og Keipnes. Referansegruppen, som har bestått av representanter fra landanlegg og fartøysiden i næringen, har også bidratt med viktige innspill og kunnskap underveis.

Innhold

1	Sammendrag	1
2	Summary	2
3	Innledning	3
3.1	Prosjektorganisering	4
3.2	Prosjektgruppe	4
3.2.1	Referansegruppe	4
4	Målsetting	5
4.1	Hovedmål	5
4.2	Delmål	5
5	Prosjektgjennomføring	6
5.1	Kunnskapsstatus for kvalitet på snurrevadfanget fisk	6
5.2	Kartlegging av type og omfang av skader	6
5.3	Fullskalaforsøk om bord i fartøy, variasjon av fangst- og håndteringsparametere	6
5.3.1	Innledende forsøk	6
5.3.2	Uttesting av tiltak	7
5.3.3	Dataanalyse	8
6	Resultater og diskusjon	9
6.1	Kartlegging av type og omfang av skader	9
6.1.1	Kvalitet på flekket fisk og saltfisk	9
6.1.2	Ulike typer skader registrert på fisken	10
6.2	Fullskalaforsøk om bord i fartøy, variasjon av fangst- og håndteringsparametere	12
6.2.1	Innledende forsøk	12
6.2.2	Uttesting av tiltak	13
6.2.3	Endringer på deltakende fartøy i prosjektperioden	15
6.3	Oppsummering	16
7	Hovedfunn	18
8	Leveranser	19
9	Referanser	20

1 Sammen drag

I sesongene 2017–2020 rapporterte flere fiskemottak i Troms om betydelige skader og blodflekker i fiskekjøttet på særlig stor snurrevadfanger torsk. I 2020 ble det gjennomført en forundersøkelse (FHF prosjektnr. 901585) for å kartlegge typer og omfang av skader som oppstår på stor snurrevadfanger fisk. Dette arbeidet er videreført i FHF prosjektnr. 901659, hvor hensikten er å avdekke hvor og hvorfor slike skader oppstår, samt prøve ut tiltak for å redusere slike skader. Denne rapporten oppsummerer resultatene fra begge disse prosjektene. Prosjektene er gjennomført i tett samarbeid med Brødrene Karlsen og Nergård Senjahopen, samt Fortuna, Hallvardson og Keipnes og andre fartøy som har levert der.

Forundersøkelsen avdekket tidlig at det var mer skader på stor snurrevadfanger torsk, spesielt på torsk over åtte kg, sammenlignet med mindre fisk. Når fisken ble benyttet i saltfiskproduksjon, var andelen vrak betydelig større på fisk over åtte kg. Den viktigste årsaken til at stor torsk ble nedklassifisert som saltfisk var blødninger som kunne knyttes til sprenging av svømmeblæren, slagskader og brekt rygg. Denne type skader var langt mer utbredt på stor torsk over 8 kg sløyd uten hode (SLUH) enn på de mindre størrelsesklassene

Fullskalaforsøk i 2022 bekreftet funnene fra forundersøkelsen; snurrevadfanger fisk over åtte kg er langt mer utsatt for skader enn mindre fisk. Og jo større den store torsken er, jo høyere er skadefrekvensen og andel nedklassifisert saltfisk. Basert på fullskalaforsøkene ble det antatt at hivehastigheten, pumping ved ombordtaking og/eller lossing, samt hvordan fisken ble oppbevart om bord kunne ha betydning for utviklingen av skader.

I 2023 ble det gjennomført flere tokt for å teste effekten av å redusere hivehastigheten, laste og losse med og uten bruk av pumpe, lagre i konteiner eller i fartøyets tanker, samt med og uten fangstbegrensing og sekkeutløser. Effekten av disse tiltakene lot seg imidlertid ikke bekrefte. Årsaken er at i 2023 var det nesten ikke stor fisk i fangstene. Gjennomsnittsstørrelsen for fisken i 2023 var mindre enn den minste fisken som inngikk i arbeidet i 2022. For å få bekreftet om de antatte tiltakene har effekt på skadefrekvensen på stor fisk er det nødvendig å fortsette arbeidet når det igjen blir tilgang på tilstrekkelige mengder stor snurrevadfanger fisk.

Gjennom prosjektet ble det også vist at andelen vrak varierte mellom de tre deltakende fartøyene. Dette kan skyldes både forskjeller i utrusting og håndteringsrutiner. Et fartøy som i 2020 leverte fisk med mye alvorlige skader, blant annet knekt rygg med store blødninger, fikk innspill om mulige utfordringer med skarpe vinkler på bend i pumpesystemet. Etter ombygging med utskifting av krappe bend og skarpe vinkler, samt bytting av en ventil til en mer skånsom type, ble skader som brukket rygg og store blødninger nærmest borte. Det ble også påvist relativt mye skader på stor fisk som ble pumpet gjennom 12 toms rør ved levering. Slike feil ble ikke registrert på fartøy som hadde 14 toms rør. Hvis fisken er i live når ryggen brekker, vil det medføre store blødninger og skader på muskelen. Hvis fisken er død når den pumpes kan ryggen knekke uten at det oppstår blødninger, men ryggknekking kan medføre feilskjæring i flekkemaskinen.

Det er viktig å ta hensyn til utforming av pumper og rør ved prosjektering av nye fartøy, og det bør tilstrebes en utforming og konstruksjon av systemet som tar høyde for at stor fisk skal kunne gå uskadet gjennom. Hvis skader observeres på allerede virksomme fartøy, bør rør- og pumpesystem gjennomgås for å kunne kartlegge kritiske punkter og utbedre disse hvis mulig.

2 Summary

During 2017–2020, several fish processors in Troms reported severe damage and blood stains in the fish meat, in particular this was reported in large cod caught by demersal seining. In 2020, a preliminary study was carried out (FHF project no. 901585) to map the types and extent of damages occurring in large-size cod caught by demersal seine. This work has been continued in FHF project no. 901659, aiming to reveal where and why such damages occur, as well as testing amendments to reduce them. This report summarises the results from both these projects. The projects have been carried out in close collaboration with Brødrene Karlsen and Nergård Senjahopen, as well as Fortuna, Hallvardson and Keipnes and other vessels that have delivered catches to these processors.

During the initial phase it was revealed that there was more damage to large-sized cod caught with demersal seine, compared to smaller fish. When the fish were used for production of saltfish, the downgraded portion was significantly higher for fish over eight kg gutted and without the head (SLUH). The most important reasons for downgrading were bruises and bleeding that could be linked to the bursting of the swim bladder, pressure injuries and broken backbone. This type of damage was far more widespread in large cod over 8 kg than on the smaller size classes.

Full-scale trials in 2022 confirmed the findings from the preliminary study; Fish over eight kg caught by demersal seine are far more likely to have these damages than smaller fish. The larger the cod, the higher the frequency of damage and the proportion of downgraded saltfish. Based on the full-scale experiments, it was assumed that factors such as the hauling speed, pumping during loading and/or unloading, as well as how the fish were kept on board could have an impact on the onset and development of injuries.

In 2023, several cruises with commercial fishing vessels were carried out to test the effect of reducing the hauling speed, loading and unloading with and without the use of pumps, storage in containers or the vessel's tanks, as well as with and without catch limitation and cod-end releaser. However, the effect of these amendments could not be confirmed. The reason is that in 2023 there were almost no large-size fish in the catches. The average size of the fish caught in 2023 was smaller than the smallest fish included in the work in 2022. To confirm whether the assumed amendments may affect the damage frequency to the fish, it is necessary to continue the work when there is again access to sufficient quantities of large-size cod.

The results also showed that the proportion of discarded (during quality grading) saltfish varied between the participating vessels. This may be due to differences in equipment and handling. One vessel, which in 2020 delivered fish with serious injuries, including broken backbones and severe bleeding, replaced some tight bends and sharp angles in the pumping system. After the replacement, the serious injuries were almost absent. A relatively high frequency of damages was also detected on large fish that were pumped through 12-inch pipes on delivery. Fish with these damages were not found on vessels that had 14-inch pipes. If the fish is alive when the backbone is broken (due to rough handling), it will cause heavy bleeding and damage to the fish muscle. If the fish is dead when pumping, the backbone may break without bleeding, however a broken backbone may lead to incorrect cutting in the splitting machine.

It is important to consider the flow and bends of pumps and pipes when designing new vessels, and efforts should be made to design and construct systems which allow for large-size fish to pass without being damaged. If damage is observed on operating fishing vessels, the pipe and pump system should be reviewed to map critical passages and angles and replace these if possible.

3 Innledning

Fangst og håndtering av fisk vil alltid kunne gi skader på deler av fangsten. Hvilke skader som oppstår, og omfanget av dem påvirkes både av hvilket fangstredskap som benyttes og hvordan dette brukes, samt av håndteringsrutinene. Kvalitetsfeil som påføres fisk i fangstprosessen kan ikke reverseres eller forbedres i løpet av prosesseringen (Olsen *et al.*, 2013; Brinkhof *et al.*, 2018), og dårlig kvalitet medfører i de fleste tilfeller et økonomisk tap for produsentene (Michie, 2001; Robb & Whittington, 2004).

Snurrevad er sammen med garn det dominerende fangstredskapet i kystfiske. Eksempelvis under skrei-fisket i perioden januar–april 2020-2023 ble omkring 40 % landet fra snurrevadfartøy (Fiskeridirektoratet, 2024). Snurrevad kan være et skånsomt fangstredskap, og er per i dag det redskapet som er mest brukt for å fange fisken levende. Samtidig kan man få store variasjoner i kvaliteten på fisken ved bruk av snurrevad.

Tidligere kvalitetsregistreringer utført av Nofima har vist at omfanget av feil og skader på torsk fanget med snurrevad kan være stort, og at i gjennomsnitt hadde 25 % av denne torsken redusert kvalitet (Akse *et al.*, 2004; Akse *et al.*, 2014; Joensen *et al.*, 2017; Joensen *et al.* 2021). I all hovedsak var de alvorligste feilene karakterisert som dårlig blodtømming (hele fileter er rødlig) og klemskader. Dette kan komme dersom den levende fisken utsettes for høy fisketetthet, og kvelning i redskap eller etter ombordtaking. (Svalheim *et al.*, 2017). Generelt er dødelighet før bløgging og utblødning, både i fangstredskap og om bord, en viktig årsak til redusert kvalitet og holdbarhet (Sigholt *et al.*, 1997; Skjervold *et al.*, 2001; Cole *et al.*, 2003; Skjelvareid *et al.*, 2017; Tobiassen *et al.*, 2018). Redusert kvalitet på snurrevadfisk har særlig vært knyttet til store enkelthal (20–100 tonn) sammenlignet med mindre fangster (Suuronen *et al.*, 2005; Benoît *et al.*, 2010; Olsen *et al.*, 2013; Joensen *et al.*, 2017; Norges Råfisklag, 2018).

De tidligere kvalitetsregistreringene ble gjennomført ved bruk av en metode, *fangstskadeindeks*, hvor det var registrering av ytre skader på sløyd fisk (Esaassen *et al.*, 2013; Joensen *et al.*, 2017). Flere fiskemottak har imidlertid rapportert om betydelige skader og blodflekker i fiskekjøttet som først har vært synlig etter flekking. Særlig har dette vært et problem på stor snurrevadfanget torsk (over 8 kg SLUH) fanget med snurrevad. Denne typen feil er ikke tidligere dokumentert i forskningsbaserte undersøkelser. Siden skadene er mest framtrædende på stor fisk er det antatt at de ikke er knyttet til kvelning eller sein bløgging.

Ved heving av snurrevaden kan trykkendringer føre til skader og utmattelse som påvirker velferd og overlevelsen til fisken, samt kvaliteten (Humborstad *et al.*, 2009; Breen *et al.*, 2019). Det kan oppstå blødninger i bukhule og i filét som direkte følge av at svømmeblæren punkterer. Dersom fisken holdes i live etter fangst, vil blødningene forsterkes og gi mer utpregede blodflekker. Ved levendefangst kan store hal, dårlig vær, røff håndtering, mye fisk i tankene og dårlig vannsirkulasjon bidra til mere skader og økt dødelighet fram til levering (Tobiassen *et al.*, 2019). Det er ikke kjent om fisk av ulik størrelse påvirkes ulikt av trykkendringer. Pumping av hvitfisk er utstrakt i snurrevadflåten, i motsetning til i andre deler av fiskeflåten. Det er stor variasjon fra båt til båt hvordan fisken pumpes, hvilken rør-diameter som benyttes og utforming av bend. Både i fiskeri- og i havbruksnæringen har bruk av vakuumpumper vært knyttet opp til kvalitetsutfordringer. I fangstskaderegistreringer av snurrevadfisk er det påvist alvorlig klemskade på 1 % av fisken (Joensen *et al.*, 2017). Disse antas å oppstå når fisken kommer i klem i pumpeklaffene. Tidligere forsøk har vist at vakuumpumper kan påføre stress og utmattelse i varierende grad på levende fisk, noe som påvirker kvaliteten negativt (Espemark *et al.*, 2012). I flere forsøk, gjennomført hovedsakelig på laks, men også noe på torsk, medførte vakuumpumpe redusert *pre rigor*-tid og lavere muskel-pH. Et viktig funn her var at vakuum i seg selv ikke forårsaket skader på fisken, men at skader og blødninger som ble funnet på fisken etter vakuumpumping mest sannsynlig ble forårsaket av kollisjoner med andre fisk og vegger/ventiler (Espemark *et al.*, 2012). Slag og klemskader som påføres fisken mens den er i live vil vises som blodflekker eller blåflekker i fileten. Dess lengre

fisken er i live etter at skaden er påført, dess mer blod vil samles i og rundt skadestedet. Akse *et al.* (2011) viste at skader som påføres død fisk under pumping ikke resulterte i blodfeil i fiskekjøttet, men gir kvalitetstap i form av knusing/spalting i muskelen. Det er altså mye som tyder på at pumping av levende fisk er mer kritisk med hensyn til råstoffkvaliteten enn pumping av død fisk.

Med hensyn pumping er det nærliggende å forvente mer feil ved økende fiskestørrelse. Det er per nå ikke gjort studier på om det er forskjeller i skadeomfang mellom stor og liten fisk i pumpeprosessen. Men det er nærliggende å anta at en fisk på 2 kg lettere vil komme uskadet gjennom et 12-toms rør og et bend på 90° eller et T-rør, i motsetning til en torsk på 12 kg. I snurrevadfiske er det gjerne større variasjoner i vekt og størrelse på fisk som fanges sammenlignet med andre redskap. Dette setter store krav til utstyrssammensetning om bord på snurrevadfartøylene, samt til dimensjonering og operasjon av utstyr helt fra fangst fram til ferdig bearbeidet produkt. Det er mange faktorer som spiller inn og mange kritiske punkt, spesielt dersom produksjonslinjene ikke er tilpasset størrelsen på fisken.

Denne type feil; betydelige skader og blodflekker i fiskekjøttet på særlig stor snurrevadfanger torsk, som flere fiskemottak i Troms rapporterte om i sesongene fra 2017 frem til 2020 er ikke tidligere dokumentert i forskningsbaserte undersøkelser. Med bakgrunn i denne problemstillingen ble det gjennomført en forundersøkelse (FHF prosjektet nr.: 901585) i 2020, for å kartlegge hvilke type skader som oppstår på stor snurrevadfanger fisk og omfanget av dem. Dette arbeidet ble videreført i FHF prosjektet nr 901659 hvor hensikten er å avdekke hvor og hvorfor slike skader oppstår. Denne rapporten oppsummerer resultatene fra begge disse prosjektene.

3.1 Prosjektorganisering

Prosjektet er gjennomført over 4 år i tett samarbeid med Brødrene Karlsen AS og Nergård AS, og noen av snurrevadfartøylene som leverte der. Hvert år har det vært involvert fra to til seks fartøy.

3.2 Prosjektgruppe

Brødrene Karlsen AS og Nergård AS har deltatt i prosjektet med infrastruktur som var nødvendig for å gjennomføre produksjonsforsøk. Snurrevadfartøy som leverte torsk til bedriftene i prosjektperioden, deltok også. I tillegg var følgende utstyrsleverandører med i en tidlig fase av prosjektet; Cflow, Stranda Prolog, Latech, MMC og Melbu Systems. Mottaksanleggene stilte sine produksjonslinjer til disposisjon for prosjektet. Forskningsinstituttet Nofima stod for organisering og gjennomføringen av prosjektet.

Nofima: Torbjørn Tobiassen, Gustav Martinsen, Sjurður Joensen, Silje Kristoffersen, Kristin Hansen, Margrethe Esaiassen og Stein Harris Olsen.

Industriaktører: Terje Sørensen (Brødrene Karlsen AS), Johnny Storbukt (Nergård AS), Rita Karlsen (Brødrene Karlsen AS) og Rune Sand (MS Fortuna), Jimmy Tøllefsen (Hallvardson) og Henrik Meland (Keipnes).

3.2.1 Referansegruppe

Rita Karlsen (Brødrene Karlsen AS), Johnny Storbukt (Nergård AS), Ingvar Lorentzen (Lorentzen Fisk AS), Rune Sand (MS Fortuna), Torbjørn Eide (Torsken Fiskeindustri), Amund Pedersen, Fjordlaks og Egil Buschmann, Nordhavet.

Prosjektet er finansiert av FHF og FHF koordinator Roar Pedersen har deltatt som kontaktperson i referansegruppen.

4 Målsetting

4.1 Hovedmål

Prosjektens målsetting var å kartlegge type og omfanget av skader på stor snurrevadfanger torsk, samt finne årsakene til slike skader.

4.2 Delmål

- Kartlegge type og omfanget av skader som forekommer på stor snurrevadfanger fisk, spesielt stor torsk over 8 kg (SLUH).
- Oppsummere kunnskapsstatus basert på tidligere forskning som gjelder kvalitet i snurrevadfiske, inkludert fangst og håndteringsmetodikk ved levendefangst.
- Gjennomføre fullskalaforøk med systematisk variasjon av fangst- og håndteringsparametere for å avdekke hva som er god og dårlig praksis hos fartøy og fiskemottak.
- Foreslå, iverksette og dokumentere tiltak for å minske skader på fisk fra snurrevadfanger.

5 Prosjektgjennomføring

Prosjektet er delvis gjennomført under et koronastengt samfunn, men i godt samarbeid med bedriftene ble aktivitetene utført selv om det førte til visse begrensninger og forsinkelser underveis. I de innledende forsøk ble det benyttet filming for å evaluere fisken under flekking. Etter hvert som samfunnet åpnet opp igjen, ble aktiviteten flyttet om bord i fartøyene og ut i bedriftene.

5.1 Kunnskapsstatus for kvalitet på snurrevadfanget fisk

Det ble foretatt en gjennomgang og systematisering av eksisterende litteratur innen fagfeltet. Erfaringskunnskap ble innhentet ved å samle næringsaktører fra flåteleddet, levendefiskfartøy, fiskemottak, utstyrsleverandører og forskningsmiljø til en workshop/webinar. Resultatene fra dette arbeidet er sammenfattet i Nofima rapport 24/2021 (Tobiassen et al., 2021).

5.2 Kartlegging av type og omfang av skader

Det ble gjennomført kartlegging av skader/kvalitetsforringelser på totalt femten fangster fra totalt sju fartøy som leverte ved Brødrene Karlsen eller Nergård Senjahopen. Fangstmengdene varierte fra 5,5 til 16 tonn per hal, og fangstene representerte både fisk som ble sekket eller pumpet om bord, oppbevart og levert i kontainer, eller lagret i tank om bord og pumpet ved levering. Evalueringen ble gjennomført på mottaksanleggene.

Ved Brødrene Karlsen ble sløyd, hodekappet fisk fra totalt tolv fangster fra fire snurrevadfartøy evaluert i løpet av 2020 og 2021. Fisken ble inndelt i vektgrupper, over 8 kg, 4–8 kg og under 4 kg SLUH, og skadene på fisk i hver vektklasse ble registrert. Ved Nergård Senjahopen ble fisk (6–8 kg) fra én fangst fra hvert av tre snurrevadfartøy evaluert i 2022.

Fangstskaderegistrering som beskrevet av Joensen et al. (2021) ble utført ved levering, og de ulike vektgruppene med fisk ble lagret i kar med is og vann frem til bedriften skulle flekke og salte fisken. Etter både flekking og salting ble fisken filmet ved å ha kamera over produksjonslinjen, og ut fra filmene ble indre skader som blødninger og ryggknekk evaluert, og både flekket og saltet fisk ble deretter klassifisert som *primeira*, *sortido* eller *vrak*.

For å utnytte ressursene i prosjektet best mulig ble de videre forsøkene gjennomført ved ett av mottaksanleggene. Det ble gjennomført kartlegging av viktige prosesspunkt ved dette anlegget for å registrere skadepotensialet på fisken ved pumper, bulkløfter, flekkemaskin og salting. Det ble lagt vekt på å kartlegge hvorvidt fisken kunne bli utsatt for fall og slag, klem, riving og feilkutt.

5.3 Fullskalaforsøk om bord i fartøy, variasjon av fangst- og håndteringsparametere

På bakgrunn av kartleggingen ble det bestemt at fokus skulle rettes mot fangstoperasjonen, om bordtaking, dekk- og lasteromsoperasjoner, samt råstoffhåndtering ved mottak. Videre ble det besluttet at det skulle fokuseres på stor torsk over 8 kg SLUH.

5.3.1 Innledende forsøk

Innledningsvis ble det gjennomført tre hal av to ulike fartøy i 2022. Det ene fartøyet gjennomførte et hal med normal hivehastighet, og et hal med redusert hivehastighet. Det andre fartøyet hadde normal hivehastighet, men sekket fisken om bord i stedet for pumpet. I alle tre halene ble en andel av fangsten tatt ut i silekassen, bløggert og lagt i kontainer fylt med isvann. Kontaineren ble løftet på land ved levering. Resterende del av fangsten fulgte fartøyenes normale prosesslinje som inkluderer lagring i tanker om bord og pumping ved levering. Variasjonene er oppsummert i Tabell 1.

Tabell 1 Oversikt over variasjoner i hal i innledende forsøk

Fartøy	Hivehastighet	Ombordtaking	Lagring/lossing	Fangstmengde
A	Normal	Pumping	Konteiner	4 tonn
A	Normal	Pumping	Tank/pumping	4 tonn
A	Redusert	Pumping	Konteiner	12 tonn
A	Redusert	Pumping	Tank/pumping	12 tonn
B	Normal	Sekking	Konteiner	23 tonn
B	Normal	Sekking	Tank/pumping	23 tonn

Sløyd fisk fra alle gruppene ble individmerket og veid. Deretter ble det gjennomført fangstskadevurdering, og kvalitetsvurdering av flekket fisk og saltfisk. Som beskrevet i kapittel 5.2 ble fisken kategorisert som *primera*, *sortido* eller *vrak*.

Dataene fra forsøkene ble gjennomgått statistisk og dannet grunnlaget for videre forsøk i prosjektet.

5.3.2 Uttesting av tiltak

For å verifisere hypoteser som ble utarbeidet med data fra 5.3.1 ble det gjennomført 19 hal med to ulike fartøy i 2023. Hivehastigheten og hvorvidt fisken var sekset/pumpet og hvordan den ble oppbevart om bord ble variert. Det var også gjennomført hal med og uten fangstbegrensning og sekkeutløser. Variasjonene er oppsummert i Tabell 2.

Tabell 2 Oversikt over tokt gjennomført for å teste tiltak. Hivehastigheten på de to siste kveilene (440 m) ble variert mellom «normal» fart på 19 omdreininger i minuttet og «redusert» fart på 13 omdreininger i minuttet på tromlene

Fartøy	Fangstbegrensning	Sekkeutløser	Hivehastighet	Ombordtaking	Lagring/ lossing	Fangstmengde [tonn]
A	Uten	Uten	Normal	Pumping	Tank/ pumping	0,3
A	Uten	Uten	Normal	Pumping	Tank/ pumping	2,0
A	Uten	Uten	Normal	Sekking og pumping	Konteiner, tank, pumping	38,5
A	Med	Med	Normal	Pumping	Konteiner, tank, pumping	13,0
A	Uten	Uten	Normal	Pumping	Konteiner, tank, pumping	6,0
B	Uten	Uten	Normal	Sekking	Konteiner	3,5
B	Uten	Uten	Redusert	Sekking	Konteiner	1,7
A	Med	Uten	Redusert	Pumping	Tank, pumping	22,0
A	Med	Uten	Redusert	Pumping	Konteiner, tank, pumping	6,8
A	Med	Med	Redusert	Pumping	Konteiner, tank, pumping	7,5
B	Uten	Uten	Normal	Sekking	Konteiner	1,2
B	Uten	Uten	Normal	Sekking	Konteiner	1,0
A	Med	Med	Normal	Pumping	Tank/ pumping	7,0
B	Uten	Uten	Normal	Sekking	Konteiner	2,0
B	Uten	Uten	Normal	Sekking	Konteiner	3,5
A	Med	Med	Normal	Pumping	Tank/ pumping	3,8
A	Med	Uten	Redusert	Pumping	Tank/ pumping	14,8
A	Med	Uten	Normal	Pumping	Tank/ pumping	8,5
A	Med	Med	Redusert	Pumping	Tank/ pumping	10,5

I de tilfellene hvor fisken ble pumpet om bord og noe ble tatt ut og oppbevart i kontainer, ble fisken tatt ut mellom silkassen og buffertanken i bløggerommet, bløgget fortløpende og lagt i konteinere med jevnlig tilførsel av nytt sjøvann,

Fisken ble videre sløyd, individmerket, veid og inndelt i følgende vektklasser: 4 kg, 4–6 kg, 6–8 kg, over 8 kg. I likhet med i 5.3.1 ble det deretter gjennomført fangstskadevurdering, og kvalitetsvurdering/sortering av flekket fisk og saltfisk til kategoriene *primera*, *sortido* eller *vrak*.

5.3.3 Dataanalyse

Databehandlingen er gjort ved bruk av programvaren Unscrambler v11 (Camo Analytics, Oslo). Dataene ble først analysert ved bruk av Principal Component Analysis (PCA) for å undersøke om det var et systematisk mønster i datasettet. Deretter ble det gjennomført «Partial Least Square analyser» (PLS-analyse) med «Uncertainty test».

Det ble undersøkt hvordan hivefart og pumping om bord, samt fiske- og halstørrelse (X-matrise) påvirket kvaliteten på saltet fisk (primeira, sortido, vrak; Y-matrise). I tillegg er det gjennomført PLS-analyser for å teste/verifisere funnene fra 2021 om hvilke parametere som undersøkes ved bruk av «Fangstskadeindeks» og vurdering av bloduttrekkelser ved svømmeblæra på både sløyd og flekket fisk, som har signifikant innvirkning på saltfiskkvaliteten.

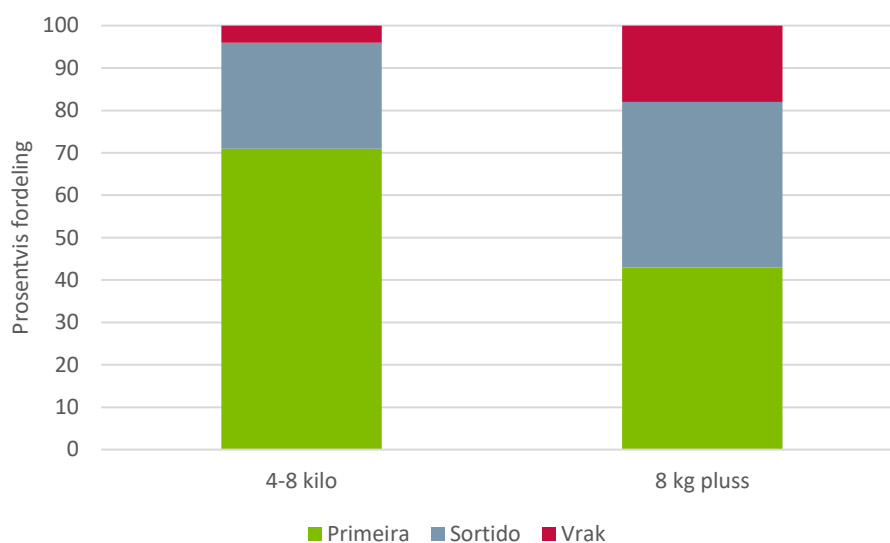
6 Resultater og diskusjon

6.1 Kartlegging av type og omfang av skader

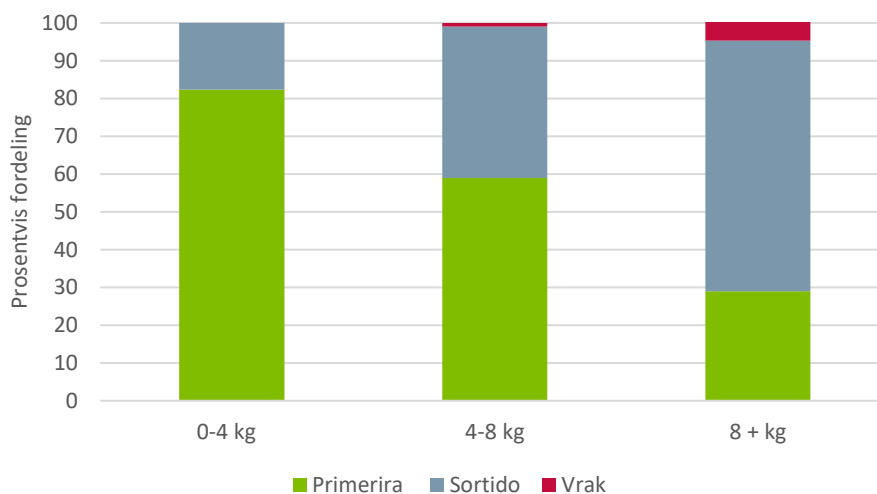
6.1.1 Kvalitet på flekket fisk og saltfisk

Etter som det er viktig å dokumentere effekten fangst- og håndteringsskadene har på ferdig saltfisk, ble fisken kvalitetsvurdert både like etter flekking og som ferdig saltfisk. På grunn av meget godt samsvar mellom kvalitetsvurderingene på flekket fisk og saltfisk er det valgt å kun presentere resultatene fra kvalitetsvurdering av flekket torsk videre i denne rapporten.

Av Figur 1 og 2 ser man at det produseres klart mindre andel *primeira* av fisk som er over 8 kg SLUH enn av fisk i størrelsesorden 4–8 kg eller under 4 kg. I 2021 (Figur 2) var fisken delt inn i tre vektklasser. Andel flekket fisk med høy kvalitet faller med økende vekt på fisken. Fisken under 4 kg er uten innslag av vrakfisk og i all hovedsak av god kvalitet. Det er fortsatt den største fisken som gir utfordrende kvalitet.

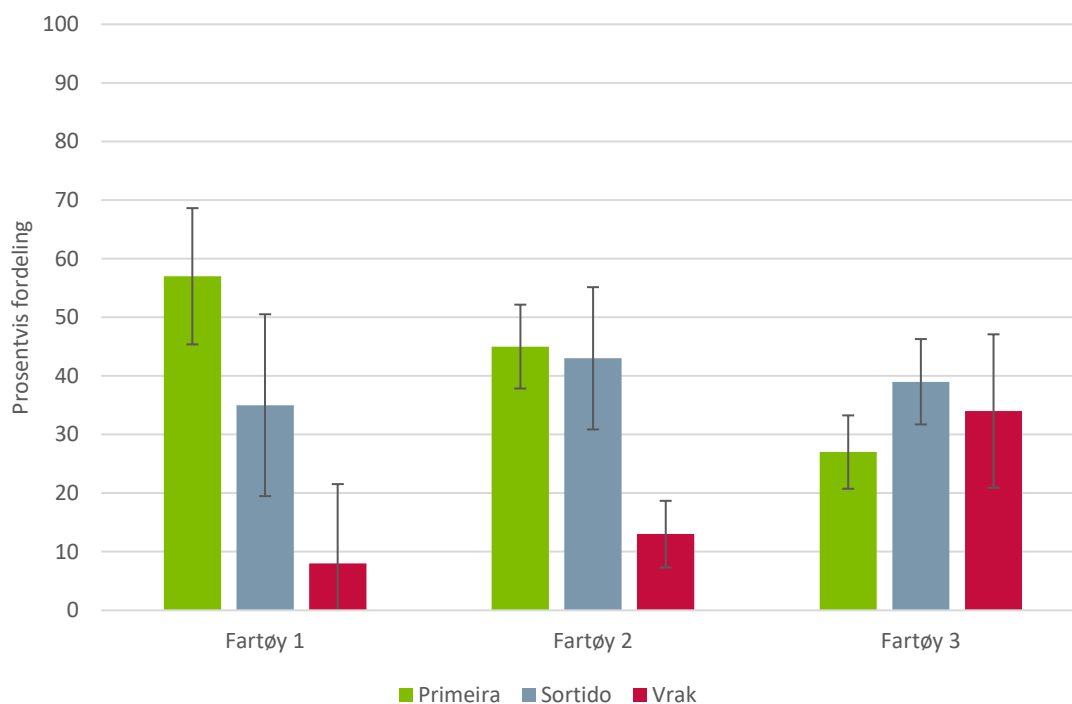


Figur 1 Fordeling av kvalitetsklassene primeira, sortido og vrak på flekket torsk produsert fra størrelsesklassene 4-8 kg og over 8 kg (tall fra tokt i 2020)



Figur 2 Fordeling av kvalitetsklassene primeira, sortido og vrak på flekket torsk produsert fra størrelsesklassene 0-4 kg, 4-8 kg og over 8 kg (tall fra tokt i 2021)

Figur 3 viser at det var relativt stor forskjell i kvaliteten på flekket fisk produsert av torsk over 8 kg SLUH fanget av ulike fartøy i 2020. Torsk fra Fartøy 1 ga høyest andel *primeira*, om lag 55 %, mens tilsvarende tall fra Fartøy 3 var under 30 %. Fartøyene er ulikt rigget, og resultatene tyder på at riggingen påvirker kvaliteten. I tillegg vil fangst og fangsthåndtering variere for de ulike fartøyene. Størrelsen på torsken levert fra fartøyene kan også variere, noe som påvirker kvaliteten. Det er også variasjoner i andelen av de ulike kvalitetsklassene innad for hvert fartøy. Dette kan skyldes at fangstmengden varierte. De ulike fartøyene hadde henholdsvis hal fra 8,8–16 tonn, 5,5–12,4 tonn og 6,3–10,3 tonn. Samme type variasjon mellom fartøy ble også registrert på leveransene i 2021.



Figur 3 Gjennomsnitt og standardavvik for fordeling av flekket fisk i de ulike kvalitetsklassene *primeira*, *sortido* og *vrak* produsert av torsk over 8 kg fra tre ulike hal fra hvert av tre ulike fartøy i 2020

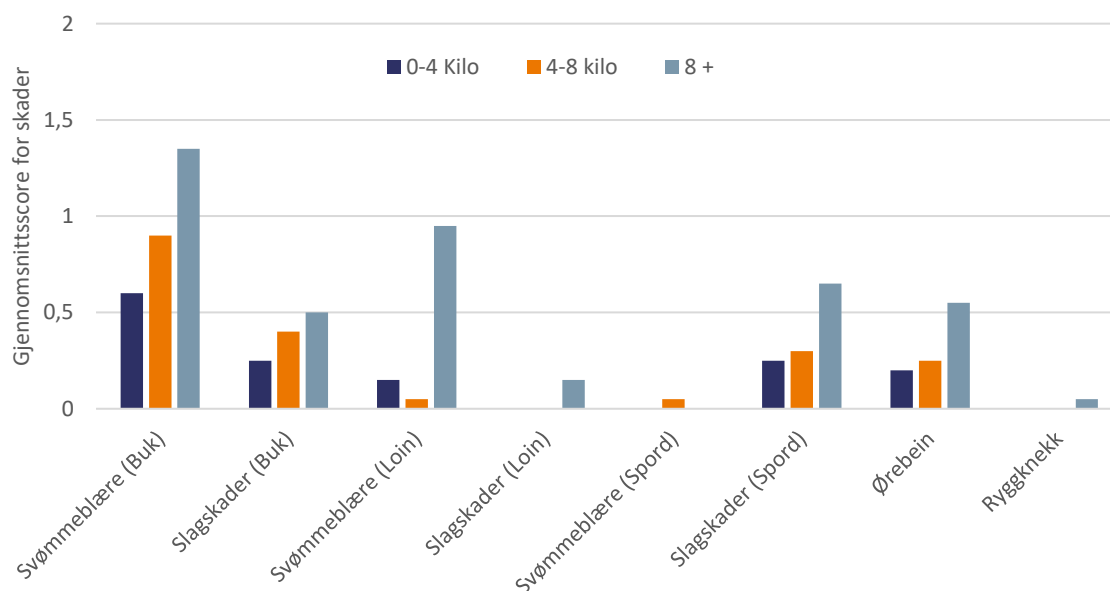
6.1.2 Ulike typer skader registrert på fisken

Figur 4 viser et typisk bilde på skader som forekommer på snurrevadfanger torsk i ulike størrelsesgrupper. Som vist i figuren har fisk over 8 kg SLUH generelt høyere forekomst av (høyere score på) skader enn mindre fisk. Noen feil, som bloduttredelser i loin nær svømmeblæra (Figur 5) og ryggknekk (Figur 6), oppstår i langt større grad eller kun på den største fisken. Hvis disse typer skader har en alvorlighetsgrad som gir 2 score på vurderingen er det stor sannsynlighet for at fisken blir nedklassifisert. Hvis torsken fanges dypt vil svømmeblæra utvides under hiving av fangstredskapet, og kan til slutt sprenges. Dette kan skje på både stor og små fisk. Det er uklart hvorfor skadene blir så mye større på stor fisk. En hypotese har vært at hos torsk over 8 kilo kan denne sprengingen være kraftigere og medføre større blødninger i muskelen. Dette trenger imidlertid videre undersøkelser.

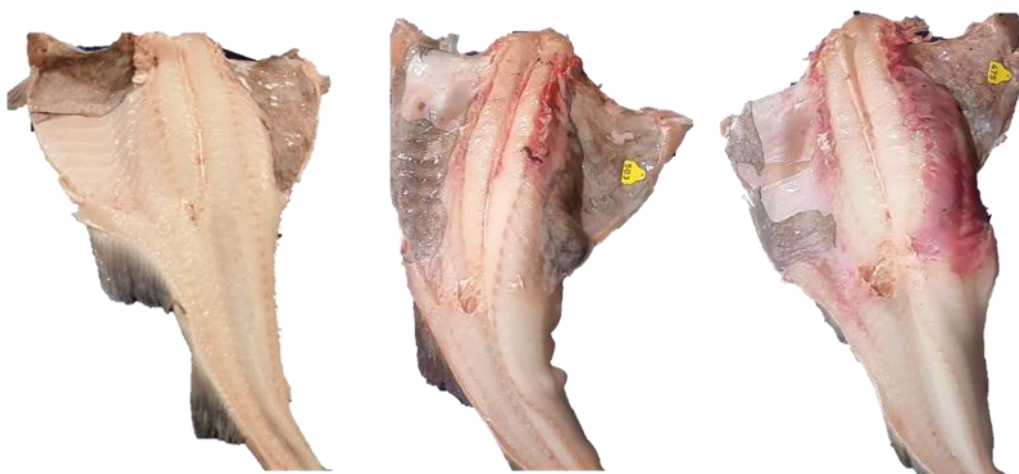
Slagskader sammen med ryggknekk viste seg som bloduttredelser, blod i muskel og knust muskel. Slike skader er oftest lokalisert til fremste del av fisken, og kan trolig knyttes til pumping eller annen håndtering om bord mens fisken var i live. Torsk over 8 kilo har en form og størrelse som kan medføre problemer under pumping. Dersom diameteren på rørene er liten, eksempelvis 12 tommer, kan de rett og slett være for trange for en fisk av den størrelsen og medføre klemskader. Dersom det er krappe vinkler og bend kan en stor fisk få problemer med å passere, og ryggraden kan brette. Dersom dette skjer mens fisken er i live vil man kunne få store blødninger rundt bruddstedet. Det ble også registrert torsk med

brukket rygg uten at det var blødninger i muskelen. I slike tilfeller er det sannsynlig at skaden oppsto etter at torsken var død, eksempelvis ved pumping under levering. Hvis den store torsken er i rigor vil den tåle krappe svinger dårligere før den knekker. Denne type skade kunne medføre feilskjæring i flekkemaskinen, noe som medfører ekstra arbeid og mulig nedklassifisering.

Ørebeinsskader, at ørebeinet er løsnet fra nakken (Figur 7), er trolig knyttet til sløyning, rensing, flekking og salting. Dette oppstår oftest når fisken rives tak i ved uttak under sløyning eller løftes etter buken etter flekking, og ved løfting over i saltekar. Løse ørebein er en av årsakene til nedklassing av saltfisk.



Figur 4 Typisk bilde på skader som forekommer på snurrevadfanget torsk i ulike størrelsesgrupper (Score 0 er ingen skade er registrert, mens score 2 er alvorlig omfang av skaden)



Figur 5 Ulik grad av bloduttredelser som følge av svømmeblæresprenging (Fra venstre: hhv karakter 0, 1 og 2)



Figur 6 Eksempler på skader og bloduttrekkelser forårsaket av knekt rygg [Til venstre er det en feilfri fisk (karakter 0), i midten en mindre punktblødning et stykke ned på ryggraden mot sporden (karakter 1), mens bruddskaden på bildet helt til høyre er av alvorlig art og har fått karakter 2]



Figur 7 Eksempel på løst ørebein

6.2 Fullskalaforsøk om bord i fartøy, variasjon av fangst- og håndteringsparametere

6.2.1 Innledende forsøk

I de innledende forsøkene så man etter betydningen av hivehastighet, ombordtakingsmetode (sekking eller pumping) og lagring/levering (konteiner eller tank/pumping). I forhold til de kartleggende forsøkene ble det registrert individuell vekt på alle individene, og disse ble benyttet i databehandlingen.

Fisken som inngikk i forsøkene var fra 5,7 til 16 kg, med en snittvekt på 9,22 kg. Det ble gjennomført statistiske analyser (PLS; Partial Least Square) for å se hva som hadde mest og størst betydning for kvaliteten på saltet fisk. På samme måte som i kartleggingsforsøkene var resultatene tydelig på at størrelsen på fisken var signifikant den viktigste faktoren til hvorvidt det ble alvorlige skader eller ikke.

**Det er mer skader på fisk over 8 kg SLUH enn på fisk i de mindre vektklassene.
Jo større den store fisken er, jo flere og mer alvorlige skader,
og jo mer nedklassing av både flekket og saltet fisk.**

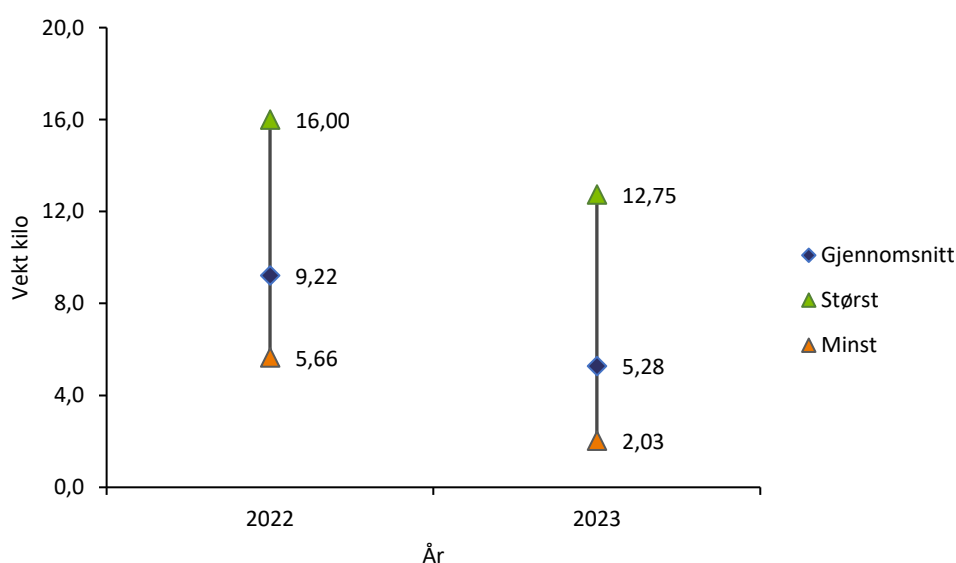
Selv om det ikke framkom i analysene om hivehastighet, ombordtakings-, lagrings- og lossemetode hadde sikker innvirkning på kvaliteten på flekket og saltet fisk, er det heller ikke grunnlag for å si at de ikke har betydning. Dette skyldes at det er andre viktige faktorer som varierer samtidig, som størrelsen

på halene og utrustingen på de deltagende båtene. Man kan da ikke konkludere ut fra få forsøk, og det trengs flere gjentak for å avklare betydningen av disse faktorene. Det er imidlertid indikasjoner på at for eksempel hivehastighet kan ha betydning: I to hal fra samme fartøy var fangsten på 12 og 4 tonn. Man kan muligens forvente lavere andel primeira på fisk fra det største halet, da fangstmengden tidligere er vist å påvirke kvaliteten til både trål- og snurrevadfanger fisk (Suuronen et al., 2005; Benoît et al., 2010; Olsen et al., 2013; Joensen et al., 2017; Norges Råfisklag, 2018), slik at større hal gir lavere kvalitet. Salting av fisk fra disse to halene resulterte imidlertid i litt høyere andel primeira saltfisk fra det største halet. Det ble også funnet færre score 2 (alvorligste) blødninger knyttet opp mot svømmeblæren i det største halet. Dette kan skyldes tilfeldigheter, eller det kan muligens forklares med at hiving av det største halet ble gjennomført med redusert hastighet. En eventuell betydning av hivehastighet må bekreftes eller avkreftes med flere forsøk. Ved å se på de enkelte parameterne som vurderes i fangstskadeindeks ble det funnet at oppbevaring i tank om bord og pumping under lossing ga fisk med signifikant dårligere utblødning enn om den var oppbevart i konteiner, selv om det ikke ga utslag på kvalitetssorteringen av saltfisk. Det vil også være interessant å undersøke videre om også pumping ved ombordtakelse gir mer skader på stor fisk enn sekking.

6.2.2 Uttesting av tiltak

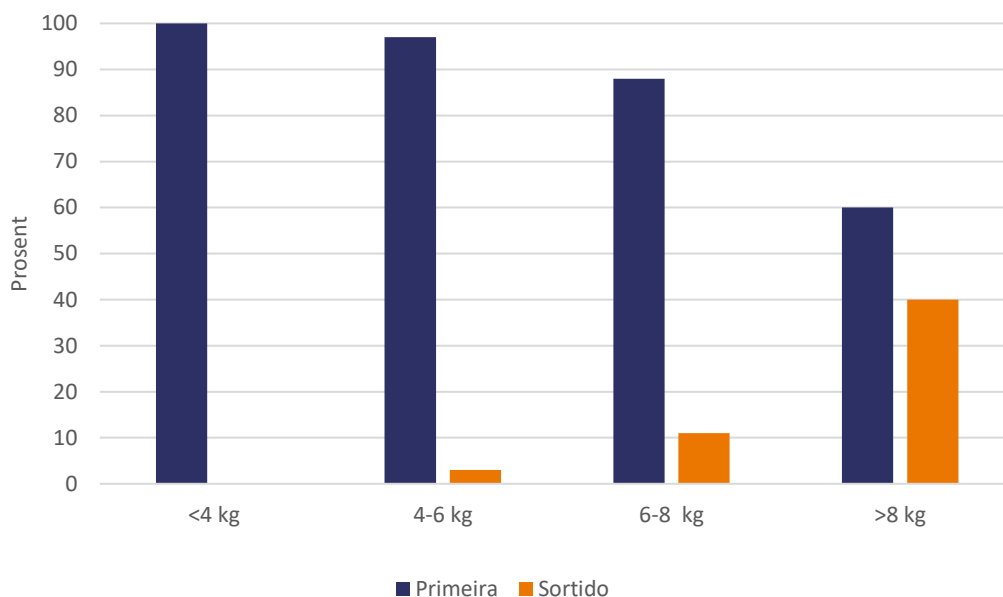
Som beskrevet i kapittel 5.3.2 var hensikten å teste om hivehastighet, sekking, pumping, lagring i konteiner eller i fartøyets tanker hadde systematisk påvirkning på skader og kvalitet av stor snurrevadfanger fisk, i tillegg til fiskens størrelse og fangstmengden i halene. I tillegg ble det lagt inn forsøk med og uten fangstbegrensing og sekkeutløser.

Til tross for at det til dette formålet ble gjennomført 19 hal i 2023 ble det dessverre ikke mulig å konkludere med betydningen av noen av de utprøvde tiltakene. Hovedårsaken til dette er at i 2023 ble det nesten ikke fanget og levert stor snurrevadfanger fisk over 8 kilo sløyd vekt, den vektclassen hvor skadene er størst. Tall fra Råfisklaget (2023) viser at andelen torsk over 6 kilo er tydelig redusert fra 25 prosent i 2020 til bare 10 prosent i 2023. Til tross for at man i 2023 forsøkte å velge ut de største eksemplarene av torsk til forsøket ble antall stor fisk minimal. Eksempelvis var det av totalt 452 fisker i noen av kombinasjonene kun 20 individer med vekt over 8 kilo. Figur 8 viser sammensetningen av forsøksfisken i 2022 og 2023. I 2023 var gjennomsnittsverdien for forsøksfisken lavere enn den minste fisken som inngikk i de innledende forsøkene i 2022.

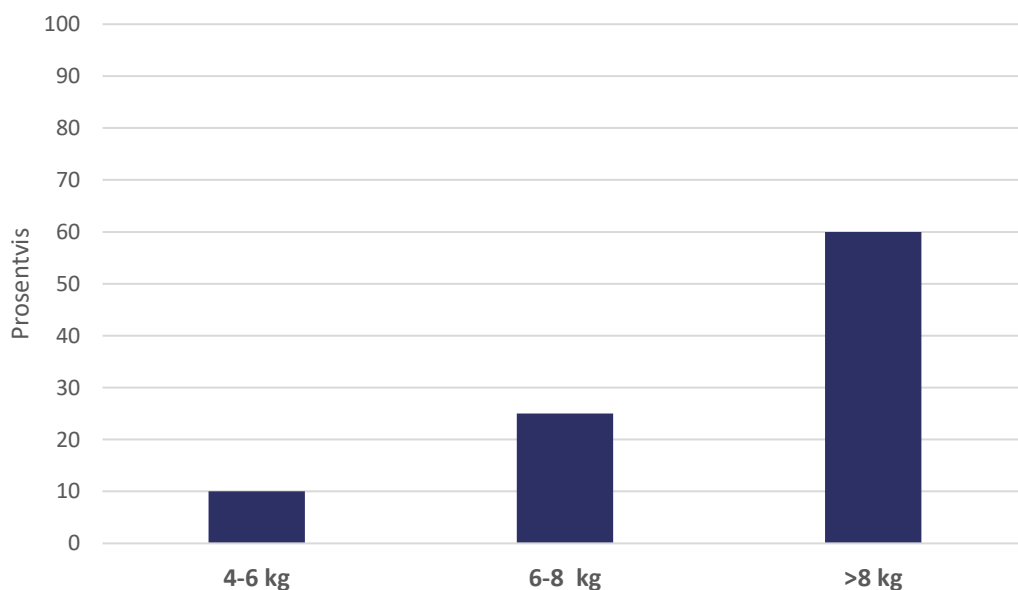


Figur 8 Vektfordeling på torsk som inngikk i fullskalaforsøkene for uttesting av tiltak

Figur 9 viser andel *primeira* og *sortido* flekket torsk produsert av størrelsesklassene under 4 kg, 4–6 kg, 6–8 kg og over 8 kg for all fisk som inngikk i fullskalforsøkene i 2022 og 2023. Figur 10 viser andel individer med blødninger som kan knyttes opp til sprenging av svømmeblæren og eventuell nedklassifisering som saltfisk for de ulike vektgruppene. Tross at det er vist systematisk sammenheng mellom størrelsen på fisken og andel skade og nedklassifisering, gjør den lave andelen *sortido* og svømmeblæreskader på fisk under 8 kg at man heller ikke kan analysere på den vektgruppen og ekstrapolere til større fisk. Det vil derfor være nødvendig å gjennomføre nye forsøk når det igjen blir tilgang på tilstrekkelig antall fisk over 8 kg SLUH for å verifisere effekten av de foreslåtte tiltakene.



Figur 9 Andel *primeira* for de ulike vektgruppen av torsk 2022–2023



Figur 10 Prosentvis andel torsk i de vektgruppene 4–6 kg, 6–8 kg og over 8 kg med score 1 og 2 på blødninger knyttet opp til sprenging av svømmeblæren

Det var dessverre heller ikke grunnlag for å konkludere på effekten av fangstbegrensning og sekke-utløser. Dette skyldes at halene i 2023 var for små til å teste ut funksjonene av tiltakene.

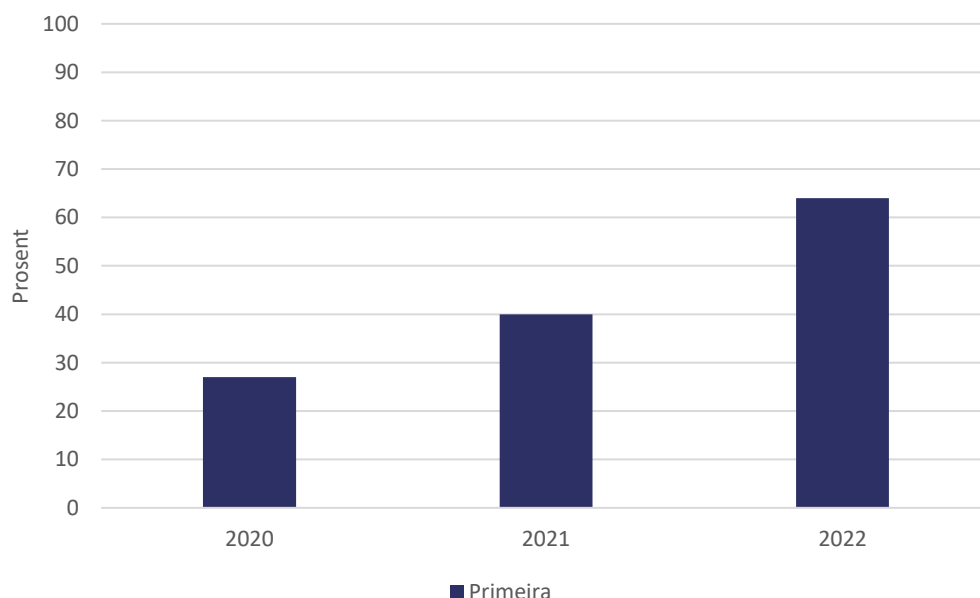
6.2.3 Endringer på deltagende fartøy i prosjektperioden

Under kartleggingen av skader på fisken ble det også fokus på utrustingen til de deltagende fartøyene. På to av fartøyene ble det registrert skader på torsk over 8 kilo som kunne knyttes opp til rørdiameter, bend og vinkler i pumpesystemene.

Et fartøy som i 2020 leverte fisk med mye alvorlige skader, blant annet knekt rygg med store blødninger, fikk innspill om mulige utfordringer med skarpe vinkler på bend. Dette fartøyet bygde om rørene i pumpesystemet, fjernet krappe bend og skarpe vinkler, samt byttet til en ventil av en mer skånsom type. Etter ombyggingen ble det registrert at skader som brukket rygg og store blødninger var nærmest fraværende. I tillegg var det god dialog med mannskapet om bord i forhold til hva som er viktig vedrørende fangst, håndtering av fisken og rigging av fartøyet. Dette kan nok også være noe av grunnen til at andelen primeira for stor-torsken har økt betraktelig gjennom prosjektperioden for dette fartøyet. (figur 11).

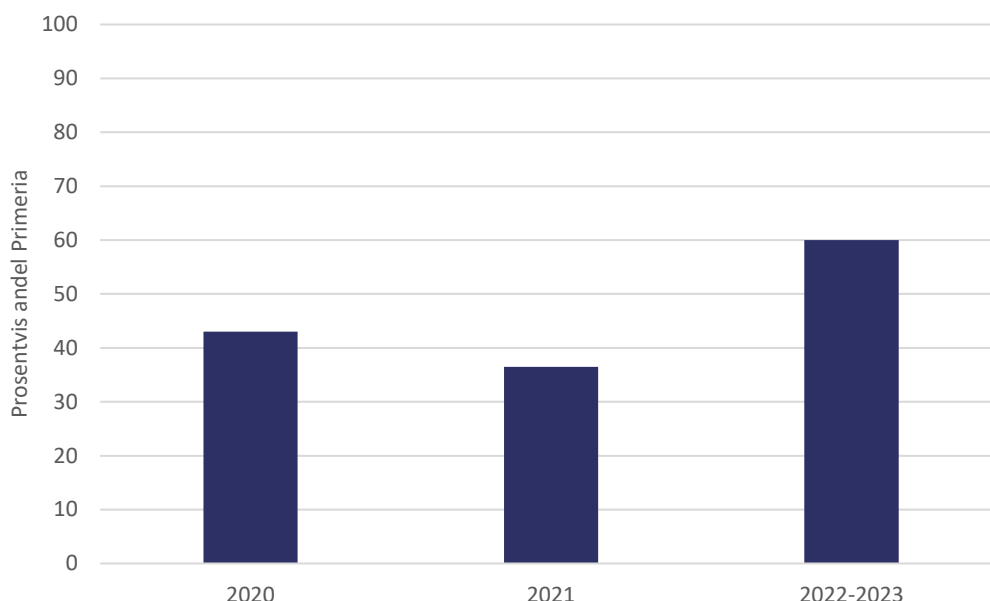
Det ble også dokumentert at 20 % av den store fisken brakk ryggen under levering fra et av fartøyene. Dette fartøyet pumpet fisken gjennom 12 toms rør ved levering. Slike feil ble ikke registrert på fartøy som hadde 14 toms rør.

Dette er viktig å ta hensyn til utforming av pumper og rør ved prosjektering av nye fartøy. Plassen om bord er begrenset, men en bør tilstrebe en utforming og konstruksjon av systemet som tar høyde for at stor fisk skal kunne gå gjennom uskadet. Hvis slike type skader observeres på allerede aktive fartøy, bør rør- og pumpesystem gjennomgås for å kunne kartlegge kritiske punkter og utbedre disse hvis mulig.



Figur 11 Kvalitet vist som andelen primeira for torsk over 8 kilo, levert fra et fartøy som ble bygget om etter sesongen i 2020

Generelt vil økt fokus på kvalitet kunne ha betydning. Som nevnt var det god dialog med fartøyene om betydning av utrusting og håndtering. Resultatene i prosjektet viser at gjennomsnittlig økte andelen primeira fra torsk over 8 kilo levert av snurrevadfartøyene som inngikk i forsøket til det ene landanlegget fra 43 % ved oppstart i 2020 til 60 % i 2023 (Figur 12).



Figur 12 Utvikling av andel primeira for gjennomsnittsverdien for torsk over 8 kilo fra snurrevadfartøylene som har deltatt i forsøket ved det ene landanlegget 2020–2023

6.3 Oppsummering

- Stor snurrevadfisk (> 8 kg) har mer skader enn mindre fisk.
- Jo større den store fisken er, jo større er sannsynligheten for nedklassing som saltfisk.
- Sprenging av svømmeblæren, kan medføre blødninger i muskelen og nedgradering som saltfisk.
- Hos torsk er det følgende andel av fisken som har blødninger knyttet til sprenging av svømmeblæren avhengig av størrelse. Dette er andel fisk som har fått karakter 1 eller 2 på svømmeblære bedømt på flekket fisk:
 - Torsk over 8 kilo har cirka 60 % skader
 - Torsk mellom 6–8 kilo har cirka 25 % prosent skader
 - Torsk mellom 4–6 kilo har cirka 10 % skader
- Redusert hivehastighet på snurrevaden har gitt positive indikasjoner i form av å kunne øke andelen primeira på torsk over 8 kilo sløyd vekt. Tallene er usikre og nye forsøk bør gjøres for å få et sikrere tallmateriale.
- Utforming og diameter på rørene som benyttes til pumping er viktig. 12 toms rør kan knekke ryggen på torsk over 8 kilo, og medføre blødninger og skader på muskelen hvis fisken er i live. Er fisken død når den pumpes kan ryggen knekke uten at det oppstår blødninger, men knekt rygg kan medføre feil skjæring i flekkemaskin og dermed manuelt etterarbeid.
- Andel primeira for torsk over 8 kilo sløyd vekt har i gjennomsnitt økt fra starten av prosjektet fra 43 % til 63 % ved slutten av prosjektet.
- Ved nybygging av fartøy som skal pumpe fisk er det veldig viktig å ta hensyn til den største torsken. Utforming og konstruksjon av pumpesystemet bør ta høyde for at stor fisk skal kunne gå uskadd gjennom systemet.
- Hvis skader knyttet opp til knekt rygg observeres på torsk fra eksisterende fartøy bør en gå gjennom pumpesystemet med fokus på utforming og diameter på rørene.
- De alvorligste skadene tilknyttet ryggknekk på fisk ble betydelig redusert for et fartøy etter ombygging av pumpesystemet.
- Handtering av fisken under sløying, rensing og salting kan skade ørebeinene. Dette kan medføre nedklassing.

Nytteverdi og implementering i næringen

Selv om andelen stor torsk er kraftig redusert de siste årene, vil sannsynligvis andelen øke i fremtiden. Da er det viktig å jobbe videre med prosjektet og få opparbeidet mer data knyttet til sprenging av svømmeblæren og blødninger i muskelen. Det er også viktig å synliggjøre kunnskapen som er opparbeidet i prosjektet til resten av fartøyene og mottaksanleggene, slik at en er klar over viktigheten av rørdimensjon og utforming av pumpesystem om bord i fartøy. Dette gjelder både nybygg og eksisterende fartøy.

Understøttet av resultater kommet frem i dette prosjektet vil næringen ha mere kunnskap om hvordan fangst og rigging av fartøy for stor torsk fanget ved snurrevad bør gjennomføres. På torsk over 8 kilo kan bedriftene risikere en reduksjon på 50 % i verdi når en sammenligner dårlig kvalitet (vrak) med den beste (primeira). Med kunnskapen fra dette prosjektet kan landindustrien bedre sine marginer slik at lønnsomheten blir bedre.

Betraktninger rundt resultater i prosjektet og videre arbeid innenfor området.

Størrelsen på torsken er viktig, og det er et signifikant grunnlag i datamaterialet som er samlet inn gjennom hele prosjektet til å si at kvaliteten på torsk påvirkes av størrelsen på torsken. Jo større fisk, jo større sannsynlighet for at den nedklasses til en lavere kvalitet.

Hivefarten ble variert i forsøkene, men på grunn av at torsken i 2023 var så små fikk en ikke testet og eventuelt bekreftet resultatene fra 2022. De indikerte at redusert hivehastighet kunne redusere omfanget av blødninger knyttet opp til sprenging av svømmeblæren og dermed andelen av fisk som ble nedklassifisert. Dette er resultater som bør undersøkes i videre arbeid og bør være hovedfokus i eventuelle nye tester.

Fangstbegrensning og sekkeutløser skulle evalueres, men på grunn av relativt små hal fikk en ikke testet ut funksjonen til disse. Dette utstyret bør ved fremtidige tester inkluderes hvis det er høyt nok antall stor torsk tilgjengelig.

Lagring av torsk i konteiner om bord eller i fartøyets tanker. I 2022 ga disse gruppene indikasjoner på at de kunne påvirke omfanget og alvorlighetsgraden av blødninger knyttet til svømmeblæren, men for 2023 kunne det ikke testes og bekreftes på grunn av at torsken i 2023 var så liten.

7 Hovedfunn

Her er noen av hovedfunnene i prosjektet:

- Stor snurrevadfisk (> 8 kg) har mer skader enn mindre fisk, jo større den store fisken er, jo større er sannsynligheten for nedklassing som saltfisk.
- Utforming og diameter på rørene som benyttes til pumping er viktig. 12 toms rør kan knekke ryggen på torsk over 8 kilo, og kan medføre blødninger og skader på muskelen hvis fisken er i live. Er fisken død når den pumpes kan ryggen knekkes uten at det oppstår blødninger, men ryggknekk kan medføre feil skjæring i flekkemaskin og dermed manuelt etterarbeid.
- Sprenging av svømmeblæren, kan gi blødninger i muskelen og nedgradering som saltfisk. Hos torsk er det følgende andel av fisken som har blødninger knyttet til sprenging av svømmeblæren avhengig av størrelse. Dette er andel fisk som har fått karakter 1 eller 2 på svømmeblære bedømt på flekket fisk
- Torsk over 8 kilo har cirka 60 % skader
- Torsk mellom 6–8 kilo har cirka 25 % skader
- Torsk mellom 4–6 kilo har cirka 10 % skader
- Redusert hivehastighet på snurrevaden har gitt positive indikasjoner i form av å kunne øke andelen primeira på torsk over 8 kilo sløyd vekt. Resultatene er usikre og nye forsøk bør gjøres for å få et sikrere tallmateriale.
- Ved nybygging av fartøy som skal pumpe fisk er det veldig viktig å ta hensyn til den største torsken. Utforming og konstruksjon av pumpesystemet bør ta høyde for at stor fisk skal kunne gå uskadd gjennom systemet.

8 Leveranser

Leveranser i prosjektet:

Workshop (webinar) med deltakere fra flåte, mottak og utstyrsleverandører. Gjennomført 17.02.2021.

Matrise utarbeidet etter Workshop. Innlemmet i Nofima rapport 24/2021.

Delrapport fra fase 1. Nofima rapport 24/2021.

Delrapport fra fase 2, inkludert i sluttrapport.

Møte i referansegruppen hvert halvår.

Presentasjoner på FHF hvitfiskseminar holdt på følgende datoer: 21.10.2021, 3.11.2022 og 02.11.2023.

Medieoppslag, sosiale media oppdateringer. Nofima Facebook 21.04.2021, Kyst og fjord 08.11.2022 og Fiskeribladet 20.01.2024.

Videoblogg. Publisert på Forskning.no 28.11.2023.

Faglig sluttrapport med kunnskapsstatus i tråd med FHF's *Retningslinjer for sluttrapportering* samt separat populærvitenskapelig resultatsammendrag. Levert 23.01.2023

Administrativ sluttrapport i tråd med FHF's *Retningslinjer for sluttrapportering*. Levert 23.01.2023

9 Referanser

- Akse, L., K. Midling, S. Joensen, T. Tobiassen & G. Martinsen, G. (2011).** Pumping av torsk og laks. Arbeidspakke 3: Hvitfisk – effekt av pumping. Rapport nr. 9/2011, Nofima, Tromsø. ISBN: 978-82-7251-857-7.
- Akse, L., S. Joensen & T. Tobiassen (2004).** Fangstskader på råstoff i kystfiske. Rapport 15/2004, Nofima, Tromsø.
- Akse, L., S. Joensen & T. Tobiassen, T. (2014).** Kvalitetsstatus for råstoff av torsk og hyse. Rapport 34/2014, Nofima, Tromsø.
- Benoît, H.P., T. Hurlbut & J. Chassé (2010).** Assessing the factors influencing discard mortality of demersal fishes using a semi-quantitative indicator of survival potential. *Fish. Res.*, **106**, pp. 436–447.
- Breen, M., N Anders, O-B. Humborstad, J. Nilsson, M. Tenningen & A. Vold (2019).** Catch Welfare in Commercial Fisheries. In *Fish Welfare* (Eds. Kristiansen, Fernø, Pavlidis, Van de Vis). Springer.
- Brinkhof, J., S.H. Olsen, Ó.A., Ingólfsson, B. Herrmann & R.B. Larsen (2018).** Sequential codend improves quality of trawl-caught cod. *PloS one*, **13**, e0204328.
- Cole, R.G., N.K. Alcock, S.J. Handley, K.R. Grange, S. Black, D. Cairney, J. Day, S. Ford & A.R. Jerrett (2003).** Selective capture of blue cod *Parapercis colias* by potting: behavioural observations and effects of capture method on peri-mortem fatigue. *Fish. Res.*, **60**, pp. 381–392.
- Esaïassen, M., Akse, L. & Joensen, S. (2013).** Development of a Catch damage index to assess the quality of cod at landing. *Food Control*, **29**, pp 231-235.
- Esaïassen, M., Joensen, S., Kristoffersen, S., Tobiassen, T., & Nilsen, H. (2024).** Fangstskadevurdering av snurrevadfisk. Rapport 1/2024, Nofima, Tromsø.
- Espemark, Å.M., O.B. Humborstad & K.Ø. Midling (2012).** Pumping av torsk og laks, faktorer som påvirker velferd og kvalitet. Rapport 6/2012, Nofima, Tromsø. ISBN: 978-82-7251-958-1.
- Fiskeridirektoratet (2024).** Fiskeridirektoratet | Livet i havet – vårt felles ansvar, statistikk.
- Humborstad O. B. and A. Mangor-Jensen.** Buoyancy adjustment after swimbladder puncture in cod *Gadus morhua*: An experimental study on the effect of rapid decompression in capture-based aquaculture. *Marine Biology Research* 2013 Vol. 9 Issue 4 Pages 383-393.
- Humborstad OB, Davis MW, Løkkeborg S.** 2009. Reflex impairment as a measure of vitality survival potential of Atlantic cod (*Gadus morhua*). *Fishery Bulletin* 107:395-402.
- Humborstad, O.B., C. Noble, B.S. Sæther, K.Ø. Midling & M. Breen (2019).** Fish welfare in capture-based aquaculture (CBA). In: *The welfare of fish*, Chapter 19. (Kristiansen, T., Fernø, A., Van de Vis, H. & Pavlidis, M. (Eds).
- Joensen, S., B. I. Bendiksen, G. Martinsen, T. Tobiassen & H. Nilsen (2021).** Fangstskaderegistrering 2014–2020 Vurdering av kvalitetstilsyn i regi av Norges Råfisklag. Rapport 6/2021, Nofima, Tromsø.
- Joensen, S., B.H. Nøstvold, T. Tobiassen, B.I. Bendiksen & H. Nilsen (2017).** Råstoffkvalitet på torsk fra kystfartøy. Evaluering av effekten av kvalitetstilsynet i regi av Norges Råfisklag. Rapport 31/2017, Nofima, Tromsø.
- Michie, I. (2001).** Causes of downgrading in the salmon farming industry. In S.C. Kestin & P.D. Warris (Eds.), *Farmed fish quality* (pp. 129–136). Oxford: Fishing News Books - Blackwell Science.
- Olsen, S.H., T. Tobiassen, L. Akse, T.H. Evensen & K.Ø. Midling (2013).** Capture induced stress and live storage of Atlantic cod (*Gadus morhua*) caught by trawl: consequences for the flesh quality. *Fish. Res.*, **147**, pp. 446–453.
- Robb, D. & P. Whittington (2004).** Fish Welfare: a quality issue. *Fish Farm. Inter.*, **31**, p. 28.
- Råfisklaget. 2024. <https://www.rafisklaget.no>. Fangststatistikk 2023.

- Sigholt, T., U. Erikson, T. Rustad, S. Johansen, T.S. Nordtvedt & A. Seland (1997).** Handling stress and storage temperature affect meat quality of farmed-raised Atlantic salmon (*Salmo salar*). *J. Food Sci.*, **62**, pp. 898–905.
- Skjelvareid, M.H., K. Heia, S.H. Olsen & S.K. Stormo (2017).** Detection of blood in fish muscle by constrained spectral unmixing of hyperspectral images. *J. Food Engin.*, **212**, pp. 252–261.
- Skjervold, P.O., S.O. Fjæra, P.B. Østby & O. Einen (2001).** Live-chilling and crowding stress before slaughter of Atlantic salmon (*Salmo salar*). *Aquaculture*, **192**, pp. 265–280.
- Suuronen, P., E. Lehtonen & P. Jounela (2005).** Escape mortality of trawl caught Baltic cod (*Gadus morhua*) - the effect of water temperature, fish size and codend catch. *Fish. Res.* **71**:2, pp. 151–163.
- Svalheim, R.A., A. Karlsson-Drangsholt, S.H. Olsen, H.K. Johnsen & Ø. Aas-Hansen (2017).** Effects of exhaustive swimming and subsequent recuperation on flesh quality in unstressed Atlantic cod (*Gadus Morhua*). *Fish. Res.* **193**, pp. 158–163.
- Tobiassen, T., G. Martinsen, S. Kristoffersen, A. Hustad, S. Olsen, K. Heia, S. Joensen, O. Ingolfsson & T.S. Nordtvedt (2019).** Levende levert hyse som er kontrollert slaktet gir store fortrinn under prosessering og kjølelagring. *Nofima rapport* 10/2019.
- Tobiassen, T., T.H. Evensen, S.H. Olsen, K. Heia, S. Joensen, O. Ingolfsson, O.B. Humborstad, T.S. Nordtvedt & G.M. Tveit (2018).** Ilandføring av levendelevert hyse—Optimal behandling, slakting, kjøling og prosessering med hensyn til kvalitet. Rapport 15/2018, Nofima, Tromsø.